

基于 RFID 的测试采集结果信息传输设计

解小建¹ 张 翥² 张大伟¹

(1. 中国人民解放军 91872 部队 北京 102442; 2. 桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院 桂林 541004)

摘要: RFID 以其频段、安全性和方便性的优势在舰船测试数据传输中可代替非军方使用的 Wifi、红外、蓝牙等无线网络和不利于现场测试操作的有线传输网络,进行测试结果的数据传输;手持设备以数字示波器为例,介绍 RFID 数据传输的总体方案、软硬件组成及各模块的工作模式。测试数据的传输需要内部通信协议和信息帧等必不可少的软件构成,并以测试驱动程序和接口软件为底层支持。整个系统通过 RFID 模块由设备端 RFID 无线传输数据送至主控机端 RFID,并在主控机管理软件主面板上显示测试结果,最终实现测试数据从测试设备到主控机的测试数据的无线传输。

关键词: RFID; 数据无线传输; 测试设备; 信息帧; PMA

中图分类号: TP39 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.604

Implement of Test Acquisition Information Transmission Based on RFID

Xie Xiaojian Zhang Qiao Zhang Dawei

(1. PLA Units:91872, Beijing 104224; 2. Guilin University of Electric Technology, College of Electrical Engineering and Automation Engineering, Guilin 541004)

Abstract: Because of the frequency range, security and accessibility, RFID may take the place of wireless transmission network such as Wifi, infrared and bluetooth which are not suitable for military and wired network which is inconvenient for test operation, and it carries out the data transmission; Take digital oscilloscope for example as test equipment, introduce the general planning, software and hardware structure of data transmission and the work mode of each module of RFID. Test data transmission needs critical software structure such as internal communication protocol and information frame, and use test drivers and interface software as base support. The entire system sends the data wireless from RFID module of test equipments to RFID module of PMA, and show the test result through main panel of virtual instrument on PMA. Finally finish the wireless transmission from test equipment to PMA.

Keywords: RFID; data wireless transmission; test equipment; information frame; PMA

1 引言

近年来,军用测试设备日新月异,由于舰船特定的测试环境和军方安全性的需要,测试专家在不断探索测试数据从采集设备到测试分析主控机的组网及传输方式。首先基于舰船测试环境比较狭小,测试点可能较为分散隐蔽不易到达,使用有线数据传输不灵活方便,而使用无线传输则如鱼得水;其次,Wifi、蓝牙和红外等无线传输方式并非军方适用,在安全性上存在诸多问题,且使用时会造成干扰影响舰船设备正常工作。RFID 是一种非接触式的自动识别技术,可用于传输数据,亦可与 TCP 一起组成无线网络。故在舰船测试中选用国军标已通过的 RFID 无线数据传输方式最为合适。

整个数据采集传输系统由 PMA 主控机、测试采集终端设备、RFID 通信主控机端及 RFID 采集设备端组成。测试采集设备采集到的测试数据存储于本地存储器,等待用户触发时再将数据另外传输到射频标签存储器中,供远程射频读写器读取。通过内部协议和信息帧,数据被打包并在用户触发时传送给仪器端 RFID 存储器,与其成对出现的主控机端 RFID 采用点对点的通信模式收到数据并传送至 PMA 上的管理软件,从而完成数据的传送。

2 系统总体架构

如图 1 所示为基于 RFID 无线组网的通用便携式测试诊断系统,它由常规手持仪表、仪表端 RFID 模块、PMA 端 RFID 模块和 PMA 控制主机四部分组成。通过无线网络

传输数据,每一个仪器终端分配一个独立的 ID 号,PMA 控制主机和仪器终端之间通过 RFID,既可以点对点通信,也可以广播通信。仪器终端分时隙将数据传输给控制主机,某一时刻控制主机只能对单一仪器通信。

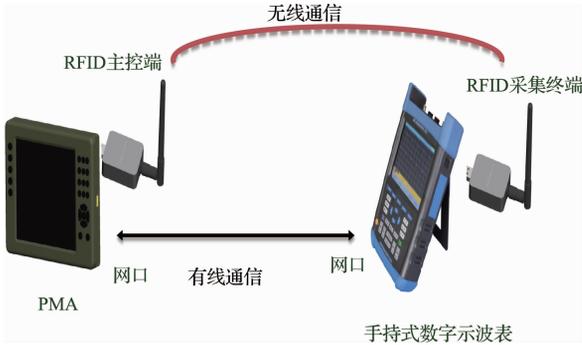


图 1 通用便携式测试诊断系统

2.1 测试采集设备的信息流动

以数字示波器为例,输入到数字示波器模块的测试信号经过模拟通道调理,分成两路,一路进入 A/D 转换器量化,另一路到同步比较器,比较后用于同步触发。量化后的数据经过抽取处理存入采集设备的存储器。嵌入式 CPU 模块根据触发系统产生的触发信号,从波形存储器中取出波形数据,通过 RFID 端口送到远程监控计算机 PMA,并以一定的刷新速度在显示设备上实现更新显示,如图 2 所示。主控计算机 PMA 将波形存储器中的数据用于波形参数测量、信号分析和处理时使用。在数据传输中数字示波器具有仪表测量数据的转换与存储功能,实现测量数据的本地可存储,并可根据需要有用户触发,将数据另外传输到射频标签存储器,供远程射频读写器读写。手持仪表与仪表端 RFID 模块通信采用 TCP/IP 协议和 Socket 网络传输。

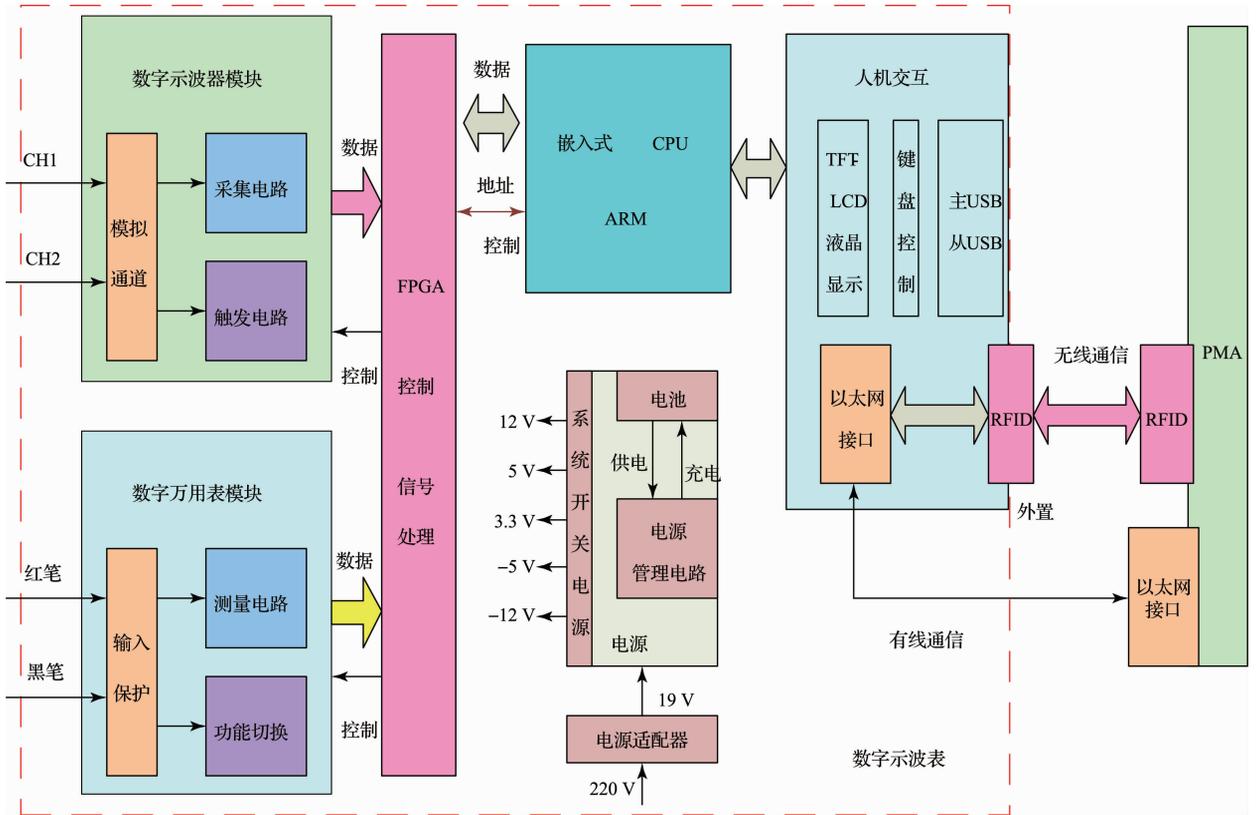


图 2 数字示波器模型

2.2 RFID 模块

RFID 无线通信模块采用微控制器加射频模块通讯的

方式实现,模块自带板载微带天线。模块通过 LAN 接口与采集设备和 PMA 核心板连接,如图 3 所示。

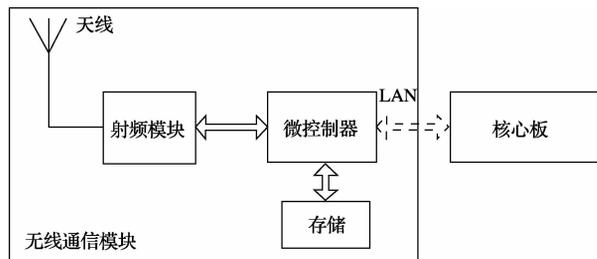


图3 无线通信模块

仪表端 RFID 由仪器接口、2.4 GHz 收发模块、ARM 处理器和天线组成。仪器接口主要用于仪表端 RFID 模块的供电,并提供仪表和 RFID 处理模块的数据交换通道,供电采用 5 V,传输采用 HID(人机接口设备类),使用时自动安装驱动程序。2.45 GHz 收发模块由 2.45 GHz 收发芯片和射频前端芯片组成,用于无线数据收发,实现与仪器接口和 ARM 处理器的数据交互。2.45 GHz 收发芯片通过从 SPI 接口与 ARM 嵌入式处理器的主 SPI 接口通信。ARM 处理器由主芯片和外围存储芯片组成,主要实现与 2.45 GHz 收发芯片的通信、数据加密和数据存储。天线采用全向的 2.45 GHz 棒状天线,极化方式为线极化。

采集设备既有无线通信端口也有有线通信端口,其嵌入式 CPU 的以太网接口信号经过变压器后送到 RFID 接口,实现示波表的无线通讯;由于共用一个以太网接口,有线和无线通讯不能同时工作;示波器与 RFID 的电路接口为 RX+、RX-、TX+、TX-、+5V、GND。如图 4 所示。

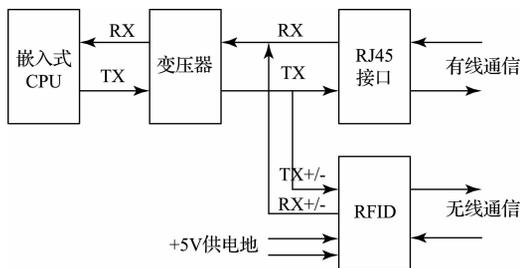


图4 无线通信模块的电路接口

2.3 PMA 端 RFID 工作模式

PMA 是整个系统的主控设备,配备了无线通信模块的仪表是终端设备。主控设备首先通过点对点通信将各个采集终端的参数配置好,通过广播模式进行同步,然后采集终端分时隙将数据传给主控设备,由于是通过文件的方式进行传送,固完全可以满足大数据传输要求。无线通信模块工作流程如图 5 所示。

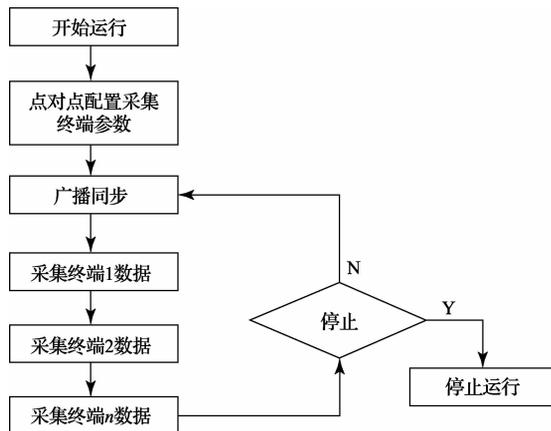


图5 无线模块工作流程图

3 测试数据的传输设计

RFID 模块式测试采集设备结果信息传输的关键,它为 2.4 GHz 的无线通信模块,解决作业环境特殊的数据传输问题,采用国军标 7377.2-2011 的空中接口协议,实现了近距离无线传输。此 RFID 模块主要应用在对数据传输速率要求不高的仓库数据传输、办公室通信、仪器设备控制、传感器数据采集等中短距离场合。其功能特点为:1)具有内置和外置两种连接方式;2)具有网络通信功能;3)具有完善的 API 函数集,供用户进行二次开发;4)具有管理中间件软件,实现采集终端的实时监控功能;5)主控设备具有自动识别采集终端 ID 号功能;6)具有自动待机功能;7)空中接口具有软件加密算法;8)具有输出功率调整功能,收发距离能在 100 m 之内可调;9)具有出错恢复和通信出错指示功能;10)能通过主控设备配置采集终端的参数。

3.1 内部通信协议

数字示波器与 RFID 通信模块之间的网络层通信协议采用 TCP/IP 协议,传输层采用 TCP 协议以保证数据的可靠传输,编程接口为 Socket 套接字标准。测量仪器与 RFID 组网模块之间通信方式使用:

1)测量仪器中有专门的菜单项,人工点击此菜单项发起数据上报;

2)测量仪器作为客户端,在传输数据时建立与 RFID 组网模块的连接;

3)RFID 组网模块作为 Server 端,进行端口监听,端口值为 3000;

4)测量仪器按照信息帧格式(格式见维修设备信息帧协议)封装传输到 RFID 组网模块,由 RFID 组网模块完成 RFID 传输;

5) 测量仪器传输到 RFID 组网模块的信息帧为非加密、无压缩的明文数据, 字节顺序为 Big 端方式即: 高字节在前。

3.2 信息帧格式

测试采集设备手持仪表和 PMA 控制主机之间的 RFID 信息交互采用规范的二进制信息帧。二进制方式内部帧由各种信息项按照一定的结构方式组合而成。各信息项由包含它的信息帧的帧头内容和它出现在信息帧中的位置共同确定。

信息帧格式采用二进制方式, 由各种信息项按照一定的结构方式组合而成。各信息项由包含它的信息帧的帧头内容和它出现在信息帧中的位置共同确定。信息帧采用不定长结构, 由帧头、帧体和帧尾组成。帧结构如表 1 所示。

表 1 数据信息帧格式

项目	长度/BYTE	说明
起始标识	2	ASCII 码 * *
主版本	1	
副版本	1	
帧头	帧体长度	
(0x30)	维修设备类型	1
	维修设备型号	10 ASCII 码
	维修设备序列号	10 全为 0
	保留	19 全为 0
帧体	测量数据信息项	n 由设备类型确定
帧尾	结束符	1 0x0a

1) 起始标识: 采用 2 字节长度的字符型格式, 作为信息帧的起始同步字, 此处规定起始标识为“* *”;

2) 主版本: 标示信息帧格式的主版本信息, 本次版本为 0×01 ;

3) 副版本: 标示信息帧格式的副版本信息, 本次版本为 0×00 ;

4) 帧长度: 采用无符号长整型格式, 用来表示帧体的总字节数;

5) 设备类型: 采用无符号字符格式, 用于标识本系统中设备类型。目前, 支持以下 4 类仪器: 0 为万用表类仪器、1 为示波器类仪器、2 为频率计类仪器、3 为频谱仪类仪器;

6) 维修设备型号: 采用 10 字节长度的字符型格式, 表征设备的具体型号, 如设备型号不足 10 字节时, 不足部分全部补 0。如: “AV4381B”;

7) 维修设备序列号: 采用 10 字节长度的字符型格式, 表征设备的设备编号, 如设备型号不足 10 字节时, 不足部分全部补 0。如: “Q0305001”;

8) 帧体: 根据不同的设备类型, 帧体的结构而不同。详见各类型设备帧体定义;

9) 帧尾: 采用无符号字符型格式(unsigned char), 固定为 ASCII 码的“\n”, 即 $0 \times 0a$ 。

表 2 为示波器帧体定义。

表 2 示波器帧体定义

帧元素名称	类型	长度	备注
Storage Memory	UI	4	记录长度; n 个数据
Input Sensitive	Float	4	输入灵敏度; V/div 探头衰减系数 1:1, 10:1
Probe Attenuation	Byte	1	
Input Coupling	Byte	1	输入耦合; AC、DC
Input Impedance	Byte	1	输入阻抗; $1M\Omega$ 、 50Ω 带宽限制; 20M、 250M、全
Bandwidth Limit	Byte	1	
Input State	Byte	1	输入状态; CH1、 CH2、CH1 & CH2
Reserved1		3	保留
Time Base	Float	4	时基; s/div
Delay Time	Float	4	延迟时间; s
X Increment	Double	8	采样时间间隔; s;
X Origin	Double	8	第一个采样点时间; s
Acquisition Mode	Byte	1	采样方式; 正常、 峰值、平均
Reserved2		3	保留
Trigger Level	Float	4	触发电平; V
Trigger State	Byte	1	触发状态; 已触发、 未触发
Trigger Source	Byte	1	触发源; CH1、CH2
Trigger Mode	Byte	1	触发方式; 边沿、 脉冲、TV
Reserved3		1	保留
Data	Float	$4 \times n$	采集数据(电压) n 个

3.3 测试驱动程序

测试驱动程序通过封装复杂的仪器设备和模块的编程细节, 为用户使用仪表提供了简单的函数接口, 作为底层软件的驱动程序库的质量优劣直接影响到整个系统的使用功能与性能指标, 其重要性不言而喻。本项目中使用了一种简单实用的仪表互换策略——可互换虚拟仪器测试驱动程序(Interchangeable Virtual Instrument Test Driver, IVI-TD), 以求彻底解决仪表设备的互换问题。IVI-TD 将不仅能够解决测试应用程序的可移植与可重用、使得仪表获得良好互换性和互操作性、使得测试系统保持稳定良好的兼容性, 而且能够大幅度减少系统开发成本和生命周期使用维护费用。IVI-TD 框架如图 6 所示。

针对不同格式的设备驱动程序(包括 IVI-C、IVI-COM 及其他类型的设备驱动程序)按照其功能类别进行抽象与封装, 使得测试参数、试验程序、试验项目、应用程序只需要与不同类别的测试驱动程序进行交互。

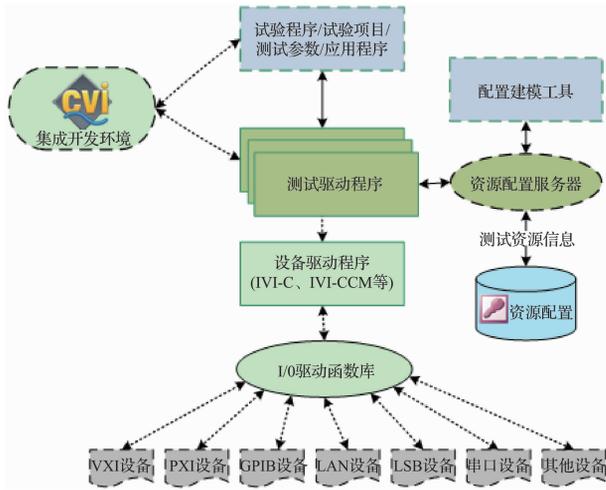


图6 IVI-TD框架

3.4 接口软件

基于LAN和RFID接口的软件是测试采集设备和PMA主控机的共性组件,主要用来实现IP地址设置、基于LAN/RFID的消息处理等。按照模块化和分层设计思想,仪器内部软件组成如图7所示,主要包括以下模块:

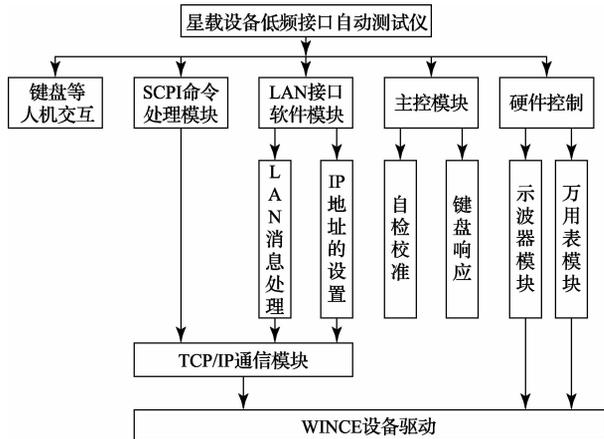


图7 仪器内部软件组成

1) 主控模块:主要负责完成从开机的启动到仪器进入测量状态的全过程控制,协调各个模块软件,包括自检、校准等过程。

2) LAN/RFID接口软件模块:主要作为主控计算机与仪器通信的通道,包括传输控制命令和传输测量数据。

3) SCPI命令处理模块:主要通过网络接口接收和缓存外控计算机发来的SCPI命令,并且分析、处理这些命令。

4) 硬件控制模块:主要实现万用表硬件模块的控制。

5) Linux设备驱动模块:主要包括网络通信、与EPLD的通信以及功能电路的硬件控制等。

4 传输数据的实现效果

管理软件是主控机和测试设备内控制测试数据传输的关键一环,为测试诊断过程的测试执行、测试数据传输以及测试结果的分析等工作提供实现途径。图8为测试采集设备的数据传输界面。

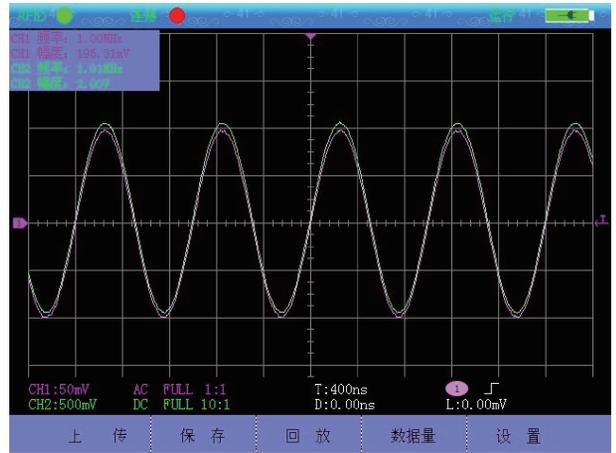


图8 测试采集设备的数据传输界面

测试采集器RFID端发送和不可发送数据由PMA主控机命令控制,PMA命令格式为:PMA编号 ID 命令 conn 如:PMA0001 14-22-31-11 GET conn,命令有:连接:GET、断开:CLO、复位:REST。仪器在接收命令并相应处理完成回复PMA:命令 OK,如:PMA0001 14-22-31-11 GET conn OK如已经和某PMA连接其他PMA发来的命令回复:命令 Busy。

如图9所示为无线通信管理软件界面。

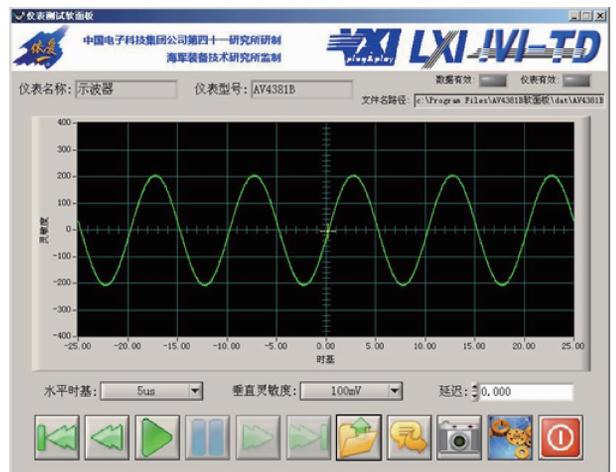


图9 无线通信管理软件界面

在测试数据传输过程中,管理软件的工作程序如下:

1) 建立数据连接:检查无线模块是否连接好货配置文件是否路径正确并实时等待接受数据,处于待机状态。

2)接收数据:当 RFID 模块传送数据过来后,软面板自动识别并在主界面中显示仪表名称、仪表型号、数据保存路径。

3)发送消息:与测试设备握手成功后,软面板主控端与测试设备进行消息通信,告知其当前状况并进行交互。

5 结 论

这种基于 RFID 的数据组网传输模式已在某型装备便携式测试组网形同中得到成功的应用。且这种适用于军队测试条件的无线信息通道,不仅突破了分布式测试诊断系统的关键技术,实现分布式仪表组网、识别与控制,提供了一个推广应用前景广阔、军事经济效益显著的通用、便携的测试诊断系统,而且进一步改善了舰船级测试现场和测试专家间信息交互和信息共享的现况。

参考文献

- [1] 行鸿彦,武向娟,吕文华,等.自动气象站数据采集器温度通信的环境温度补偿[J].仪器仪表学报,2012,33(8):1868-1874.
- [2] 黄玉兰.物联网射频识别核心技术详解/物联网与云计算关键技术丛书[M].北京:人民邮电出版社,2012,5.
- [3] 庞明.物联网条码技术与射频识别技术[M].北京:中国物资出版社,2011,5.
- [4] 金鑫,张婷.基于 LabVIEW 的无绳电话虚拟检测平台设计[J].国外电子测量技术,2009(1):48-51.

- [5] 周晓光,王晓华.射频识别(RFID)技术原理与应用实例[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [6] 孙晔,王艳秋.RFID 射频识别技术及应用[J].电大理工,2009(1):11.
- [7] 陈瑞琼,刘娅,李孝辉,等.网络化视频测试实验室关键技术分析与实现[J].电子测量与仪器学报,2014,29(4):405-409.
- [8] 任晓奎,梁朝忠.RFID 系统防碰撞算法分析与改进[J].计算机系统应用,2010,19(2):45.
- [9] 李硕,谢建军,柳润琴,等.基于氧传感器基础上高温湿度测量仪器的研发[J].电子测量技术,2014,37(2):95-96.
- [10] SHI W R, JIANG Y S, ZHAO Y. A backbone formulation algorithm in wireless sensor network based on cross-entropy method[J]. Instrumentation, 2014(1):38-48.
- [11] SUMALEE C. Enhancing the location estimation scheme using statistical filtering technique based on LANDMARC approach [J]. Taipei: IEEE Transaction on Industry, 2012.

作者简介

解小建,1973 年出生,硕士,高级工程师,从事主要研究方向为信息技术应用。

(上接第 79 页)

- [7] 侯民胜,金梅.线性调频信号的匹配滤波处理[J].电子测量技术,2008,31(08):123-125.
- [8] 苏斌,刘畅.基于 FPGA 的脉冲压缩处理器设计与实现[J].电子测量技术,2014,37(7):57-61.
- [9] 刘大路,王俊.弱小信号雷达目标的信噪比分析及提高方法[J].电子测量技术,2008,31(4):68-71.
- [10] 杨正龙,刘爱芳,李士国,等.高速运动目标的宽带回波仿真和成像[J].现代雷达,2007,29(6):43-45.
- [11] 李品,刘振星,黄健.跨距离门目标的时频积累及检测方法研究[J].现代雷达,2012,34(8):52-54.
- [12] 魏一搏,王辉.W 波段 ISAR 包络对齐方法研究[J].国外电子测量技术,2015,34(9):43-47.
- [13] 汤春林,汪学刚,陈祝明.基于距离走动校正的星载雷达空中动目标检测[J].电子测量与仪器学报,2011,25(10):829-834.
- [14] 余吉,许稼,汤俊,等.基于 Keystone 变换的改进雷达目标长时间积累[J].雷达科学与技术,2008,6(6):454-458.

- [15] 冯德军,王雪松,肖顺平,等.基于单个宽带脉冲的空间目标测距和测速方法[J].信号处理,2007,22(1):73-77.
- [16] 曹宇飞,屈晓光,黄培康.基于 keystone 变换的宽带雷达精确测速[J].系统工程与电子技术,2009,31(1):1-4.

作者简介

郑晓东,工学硕士,主要研究方向为机载双雷达空间同步、宽带雷达目标检测等。

E-mail:zxdsh1943@163.com

孙晓闻,工学博士,高工,主要研究方向为双基地雷达同步技术和信号处理。

高兵,工学博士,高工,主要研究方向为信号处理和雷达系统。

倪国新,研究员级高工,主要研究方向为雷达系统工程。